

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-087327

(43)Date of publication of application : 12.04.1991

(51)Int.Cl.

C22C 9/06

(21)Application number : 01-221613

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.08.1989

(72)Inventor : TAKAGI MUNEYA
KAWASAKI MINORU
MORI KAZUHIKO
KATO SHINJI

(54) COPPER BASE WEAR RESISTANT ALLOY

(57)Abstract

PURPOSE: To obtain the dispersion strengthened Cu base wear resistant alloy having excellent lubricity and wear resistance by dispersedly incorporating hard metallic silicides and borides into Cu as a matrix and uniformly and dispersedly incorporating Pb grains not entering into solid soln. into the structure.

CONSTITUTION: The Cu base alloy has the compsn. contg., by weight, 5 to 40% Ni, 1 to 7% Si, 0.5 to 5% B, 1 to 30% Fe and 2 to 20% Pb or furthermore contg. one or more kinds among 0.1 to 5% Al, 1 to 20% Cr, 1 to 20% of refractory hard carbides such as WC, TaC, TiC, Cr₃C₂, VC, NbC or the like. The fine grains of the above hard metallic carbides and the hard silicides and borides of Fe-Ni series, Cr-Ni series or Fe-Cr-Ni series having 700 to 1200Hv hardness are dispersedly incorporated into a Cu matrix having 150 to 250Hv as well as Pb grains not entering into solid soln. which are transformed into a half-melted state at a relatively low temp. of 300 to 400° C and work as a solid lubricant are uniformly and dispersedly incorporated thereto, by which the Cu base alloy having excellent lubricity and wear resistance at a high temp. can be obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

平3-87327

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月12日

C 22 C 9/06

8015-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑮ 発明の名称 銅基耐摩耗性合金

⑯ 特 願 平1-221613

⑰ 出 願 平1(1989)8月30日

⑱ 発 明 者	高 木	宗 谷	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑱ 発 明 者	河 崎	稔	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑱ 発 明 者	森	和 彦	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑱ 発 明 者	加 藤	真 司	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人	トヨタ自動車株式会社		愛知県豊田市トヨタ町1番地	
⑳ 代 理 人	弁理士 青 木 朗		外 4 名	

明 細 書

1. 発明の名称

銅基耐摩耗性合金

2. 特許請求の範囲

1. 重量%でNi 5～40%、Si 1～7%、B 0.5～5%、Fe 1～30%およびPb 2～20%を含有し、残部がCu および不可避的不純物よりなり、Cu 基マトリックス中に珪化物および珪化物の粒子が分散しかつCu 基α相デンドライト間に非固溶Pb 粒子が均一に分散した組織を有することを特徴とする固体潤滑特性に優れた銅基耐摩耗性合金。

2. 重量%でNi 5～40%、Si 1～7%、B 0.5～5%、Fe 1～30%およびPb 2～20%を含み、かつAl 0.1～5%、Cr 1～20%および高融点炭化物1～20%のうち1種又は2種以上を含有し、残部がCu および不可避的不純物よりなり、Cu 基マトリックス中に珪化物および珪化物の粒子と、高融点炭化物粒子とが分散しかつCu 基α相デンドライト間に非固溶Pb 粒子が均一に

分散した組織を有することを特徴とする固体潤滑特性に優れた銅基耐摩耗性合金。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、耐摩耗性に優れた銅(Cu)基合金、より詳しくは潤滑特性を向上させた分散強化型の銅基耐摩耗性合金に関する。

(従来の技術)

Cu 基の耐摩耗性材料としては、例えば「金属工学シリーズ1 構成材料とその熱処理」(昭和52年7月20日、日本金属学会発行)の第20～25頁に記載されているように、コルソン合金として知られるCu-Ni-Si 合金あるいはCu にBe を2%前後添加したベリリウム銅などの析出硬化型の合金や、そのほかCu 基マトリックス中にSiO₂、Cr₂O₃、BeO、TiO₂、ZrO₂、MgO、MnOなどの硬質酸化物を主体とする分散相粒子を分散させた分散強化型の合金が知られている。前者の析出硬化型のCu 合金は、溶体化処理後、長時間の時効

処理を行なうことによって、中間相や金属間化合物などをマトリックス中から析出させて硬化させるものであり、一方後者の分散強化型合金の製造方法としては、マトリックスとなるCu粉末もしくはCu合金粉末として分散相となる酸化物粉末と混合して圧縮・焼結する焼結法、あるいはマトリックスとなるCuもしくはCu合金に対してそのCuもしくはCu合金よりも酸化し易い金属を添加した材料を用いて酸化性雰囲気中で高温に保持して内部に酸素を拡散させ、内部に酸化物相を生成させる内部酸化法が代表的である。

一方、固体潤滑特性を持たせたCu基耐摩耗性材料としては、すべり軸受面を構成するための軸受合金として、ホワイトメタルや、一般にケルメットと称される銅鉛合金(Cu-Pb系合金)などが使用されていた。これらのうちCu-Pb系合金は軟質なPb相と硬質なCu相とが非固溶状態で混在したものであって、硬質なCuが荷重を支持する一方、軟質なPbが窪んで油溜りを形成するとともに固体潤滑剤としても機能するもので

あり、このようなCu-Pb系軸受合金は耐焼付性が優れるとともに、ホワイトメタル等と比較すれば耐荷重性が大きいため、高速高荷重軸受に適している。但し、このような従来のCu-Pb系軸受合金は、ホワイトメタル等と比較すれば耐荷重性が高いとは言えども、それ自体の強度が未だ充分ではないことから、高速高荷重軸受としてこの種の合金を使用する場合には、鋼製の裏金(バックメタル)に接着させた状態の軸受、すなわちバイメタル軸受として使用するのが一般的である(Cu-Pb系軸受合金の従来の一般的な解説としては、「金属工学シリーズ1 改訂 構成金属材料とその熱処理」(社団法人日本金属学会発行)第40頁~第41頁参照)。

まず、前述の析出硬化型合金は長時間の固体内での拡散によって時効析出させるため、高温で長時間の処理を必要とし、そのため大物部品には適用し難く、また高温での長時間の処理によってひずみなどの問題が発生し易い。また析出硬化型合金で析出する粒子は、せいぜい数 μ m程度と著しく

微細であるため、硬さは得られても、耐摩耗特性、特に摺動摩耗に対しては充分な耐摩耗性能が得られなかった。すなわち耐摺動性能は、ある程度大きい(10~100 μ m程度)硬質粒子が分散している方が良好となるが、析出硬化片合金ではこのような大きな径の粒子を析出させることは困難であった。

一方分散強化型合金のうち、内部酸化法によって得られるものは、分散相粒子の生成のために固体内での拡散を伴うため、前記同様に高温長時間の処理を必要とし、大物部品に適用し難く、またひずみ等の発生の問題もあった。また焼結法による分散強化型合金は、分散相粒子の径は自由に設定できるが、材料全体の圧縮・焼結を必要とするため、部材の一部のみに局部的に形成することは困難であった。

さらに、従来のCu-Pb系軸受合金等においては、それ自体の強度が低いため鋼製のバックメタルに接着して軸受として用いるのが一般的であるが、この場合摺動部の形状が複雑な軸受には適

用困難となる問題がある。またこの場合、軸受支持部(ワーク)と軸受部(メタル)とを個別に作成しておかなければならないため、ワークにも高い加工精度が要求され、そのため特に硬質なワークを用いる場合は加工コストが高くなる問題がある。さらに従来のCu-Pb系軸受合金は耐摩耗性が未だ充分とは言えず、そのため耐久性が不充分であるとともに、耐熱性も充分とは言えないのが実情であった。

(発明が解決しようとする課題)

そこで、本発明者等は既に特開昭63-157826号公報において、耐摩耗特性、特に摺動摩耗性に対する耐摩耗性が優れ、かつ大物部品、小物部品に限らず、金属基材における任意の箇所に溶着(肉盛)によって簡単かつ容易に形成することができる耐摩耗性Cu基分散強化合金を提案している。この提案のCu基分散強化合金は、基本的にはNi 5~30%、Si 1~5%、B 0.5~3%、Fe 4~30%を含有し、残部がCuおよび不可避

的不純物よりなり、Cu 基マトリックス中に Fe-Ni 系の珪化物、硼化物の粒子が分散した組織を有することを特徴とするものである。またこの提案においては、前記各元素のほか、Al 0.1~5%、Ti 0.1~5%、Mn 1~10%のうちの1種または2種以上を含有する Cu 基分散強化合金も開示されており、さらには前記各元素のほか、C 0.02~2%を添加するとともに、Cr 0.5~10%、Ti 0.3~5%の1種または2種を添加し、Cu 基マトリックス中に Fe-Ni 系の珪化物、硼化物とともに Cr 系硼化物が分散した組織とした Cu 基分散強化合金も開示されている。

そして上記提案の分散強化 Cu 基合金は、金属基体上にレーザや TIG アーク、プラズマアーク、電子ビームなどの高密度加熱エネルギーを用いて溶着（肉盛）することによって容易に形成されるものであり、その組織としては、基本的には Hv 150~250 程度の硬さの Cu 基のマトリックス中に、Hv 70~1200 程度の硬質な Fe-Ni 系の珪化物及び硼化物がほぼ均一に分散したものとなる。

よび硼化物の粒子が分散しかつ Cu 基 α 相デンドライト間に非固溶 Pb 粒子が均一に分散した組織を有することを特徴とする固体潤滑特性に優れた銅基耐摩耗性合金によって達成される。

上記規定の各成分 (Ni, Si, B, Fe, Pb および Cu) の他に Al 0.1~5%、Cr 1~20%、高融点炭化物 1~20%のうちの少なくとも一種を添加含有した銅基耐摩耗性合金によっても達成される。

(作 用)

本発明の固体潤滑作用を付与された Cu 基合金は、金属基体上にレーザや TIG アーク、プラズマアーク、電子ビームなどの高密度加熱エネルギーを用いて溶着（肉盛）することによって容易に形成されるものであり、その組織としては、基本的には Hv 150~250 程度の硬さの Cu 基のマトリックス中に、Hv 700~1200 程度の硬質な珪化物や硼化物の粒子がほぼ均一に分散し、かつ、非固溶 Pb 粒子が Cu 基 α 相デンドライト間に均一に分散したものとなる。ここで珪化物、硼化物の粒子

上記提案の Cu 基分散強化合金は、金属基体上に局部的にその合金層を形成することができ、また室温付近における耐摩耗性は従来材より格段に優れているが、その後本発明者等がさらに実験・検討を進めた結果、高温に昇温させた場合相手材との凝着摩耗が進行し始め耐摩耗性が十分に満足できるレベルに未だ至っていないことが判明した。

本発明は以上の事情を背景としてなされたもので、合金基材における任意の箇所に溶着（肉盛）により容易に形成することができる耐摩耗性の Cu 基分散強化合金として、常温での耐摩耗性のみならず、特に高温での凝着摩耗特性を著しく向上させた銅基合金を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

上述の目的が、重量%で Ni 5~40%、Si 1~7%、B 0.5~5%、Fe 1~30% および Pb 2~20%を含有し、残部が Cu および不可避免的な不純物よりなり、Cu 基マトリックス中に珪化物お

は Cr を含有しない場合は、Fe-Ni 系ものが主体であり、また Cr を含有する場合は、Fe-Ni 系及び Cr-Ni 系、Fe-Cr-Ni 系の珪化物や硼化物が主体となる。また、この珪化物や硼化物の分散粒子の大きさは 5~1000 μ m 程度の範囲内にあり、またその面積率は 2~30%程度となる。この様に Fe-Ni 系等の珪化物や硼化物からなる硬質粒子が分散していることにより、摩耗特性、特に摺動摩耗特性が優れたものとなる。

さらに、例えば、エンジンの燃焼室内の如く、高温雰囲気に曝される場合に、前述の非固溶の Pb 粒子が 300~400℃の高温にて半熔融状態となり摺動面表面ににじみ出て来ることで、これが固体潤滑材の作用を果たして、著しく耐摩耗性を向上をさせることができる。

またこのほか、炭化物粒子 (WC, TaC, TiC, Cr₃C₂, VC, NbC などの粒子) も分散する様な成分組成とした場合は、その硬質な炭化物粒子の分散によって耐摩耗性がより一層向上する。

次に、本発明における成分組成の限定理由につ

いて説明する。

Ni :

Ni はCu に固溶してCu 基マトリックスを強化し、高温での耐摩耗性を向上させるとともに、硬質なFe-Ni 系の珪化物や硼化物を形成して分散強化により耐摩耗性を向上させるに必要な元素であり、5%未満ではマトリックスの強化の効果が得られず、一方40%を越えれば金属基材への溶着性、特にAl 合金基材に対する溶着性が低下し、金属基材に対する溶着による局部的耐摩耗性向上の目的が達成され得なくなるおそれがある。そこでNi は5~40%の範囲内とした。なおここで溶着性とは、金属基材に溶着(肉盛)させた際の基材へのぬれ界面でのぬれ性、その界面での割れや剥離の発生の有無、さらには溶着ビード割れ等を含んだ総合的な内容を意味する。

Si :

Si は硬質な分散粒子としてのFe-Ni 系等の珪化物を生成するために必要な元素であり、またCu 基マトリックスを強化する役割を果たす。

にAl 合金基材への溶着性が低下する。したがってFe は1~30%の範囲内とした。

Pb :

Pb は高温雰囲気において固体潤滑作用をもたらす元素として添加するものである。Pb が2%未満では固体潤滑作用による凝着摩耗特性の改善効果が少なく、一方20%を越えれば硬質粒子が凝集し、数百 μ mから1~2 mmにおよぶ硬質粒子の塊まりが発生し、相手攻撃が増大する問題が発生するため、Pb は2~20%の範囲内とした。

Al :

Cu 基マトリックスの強度と分散相の強度をより一層向上させるためにAl 添加が行なわれるが、0.1%未満では上記効果が十分に得られず、一方Al 5%、を越えれば靱性の低下をもたらすことから、添加量は0.1~5%範囲とした。

Cr :

Cr は分散強化作用をもたらす硬質分散粒子としての晶出相すなわち珪化物および/または硼化物を生成する元素である。Cr が1%未満では均

さらにSi は材料の自溶性を高めて溶着性を向上させる作用も果たす。Si が1%未満では目的とする珪化物硬質粒子が形成されず、一方7%を越えれば金属基材上に溶着させる際に割れが生じ易くなる。したがってSi は1~7%の範囲内に限定した。

B :

B もSi と同様に硬質な分散粒子としてのFe-Ni 系等の硼化物を生成するに有効な元素であり、また材料の自溶性を高めて溶着性を向上させる作用も果たす。B が0.5%未満では上記の効果が十分に得られず、一方5%を越えれば金属基材上に溶着する際に割れが生じ易くなる。したがってB は0.5~5%の範囲内とした。

Fe :

Fe はCu 基のマトリックスにほとんど固溶しない元素であって、硬質粒子としてのFe-Ni 系の珪化物や硼化物を生成するための主要元素となる。Fe が1%未満では充分な分散量の硬質粒子が得られず、一方30%を越えれば金属基材、特

に分散相を生成することが困難となり、一方20%を越えれば溶着性を劣化させるから、Cr は1~20%の範囲内とした。

高融点炭化物 :

高融点炭化物はマトリックス中に分散して耐摩耗性をより一層向上させる機能を果たす。ここで用いる高融点炭化物とは、融点が1500℃以上であって、実質的に肉盛合金と反応(固溶、晶出など)しない炭化物であれば良く、具体的には例えばWC, TaC, TiC, Cr₃C₂, VC, NbCなどを用いることができる。高融点炭化物の添加量が1%未満ではその添加による耐摩耗性向上効果が十分に得られず、一方20%を越えれば溶着性を悪化させるおそれがあるから、その添加量は1~20%の範囲内とした。

〔実施例〕

以下、添付図面を参照して、本発明の実施態様例によって本発明を詳しく説明する。

(実施例1)

Cu-15%Ni-3%Si-1.5%B-8%Fe

-10% Pb なる成分組成の合金粉末を、後述するようにレーザ光を熱源として用いてAl合金 (JISAC2C) 基板上に溶着して溶着層を形成した。この溶着層のEPMA (X線マイクロアナライザ) によるX線反射像組成写真とPbの面分析結果を第1図および第2図に示す。これらから1~10 μ m程度のPb粒子がCu基の相デンドライト間に均質に分布していることが確認できる。そして、この溶着層の表面研磨面組織写真を第3図に示す。

ここでの溶着 (肉盛) は第4図に示す様な装置を用いて行った。第4図において、金属基体 (Al合金基板) 1は矢印Pで示すように図の右方へ450~2000mm/minの速度で連続的に移動せしめられる。この金属基体1上には、最終的に本発明のCu基合金 (又は比較例のCu基合金) の溶着層を形成すべき合金粉末もしくは混合粉末2が図示しないホッパーから粉末供給管3を介して金属基体1の移動方向Pに対し直交する方向にある幅wを有するように連続的に供給される。一方レーザ光4は図示しないレーザ光源から折返しミラー

5によって折返され、さらにオシレートミラー6で反射されて、金属基体1上の粉末2に直径0.5~5.0mmに焦光された状態で $1 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$ W/mm²のパワー密度で照射される。ここでオシレートミラー6はガルバノモータ等の振動機構7によって所定角度の範囲内を振動せしめられ、これによって金属基体1上の粉末2に照射されるレーザ光4は金属基体1の移動方向Pに対し直交する方向、すなわち金属基体1上の粉末2の幅wの方向に10~500Hzの周波数で往復動 (オシレート) される。

上述のように金属基体1上の粉末2にレーザ光4を照射することにより、金属基体1上の粉末2は熔融されて熔融物9となり、かつレーザ光4をオシレートすることによりその熔融物9が攪拌され、引続いてその熔融物9が金属基体1のP方向への移動によりレーザ光4が照射されない位置に至れば、金属基体1の側への熱移動により急速凝固され、前述のようなCu基分散強化合金からなる溶着層8が形成される。

ここで、金属基体1上に配置された合金粉末もしくは混合粉末2がレーザ光4の照射により急速熔融された状態では、その熔融物9はCu基マトリックスとなる合金の液相と、分散相となるべき液相とが分離した状態、すなわち2液相またはそれ以上の多液相状態となり、その多液相状態の熔融物9をレーザ光ビームのオシレートによって攪拌することにより、2液相以上の多液相が分離したまま、水中で油を攪拌する如き様相を呈し、最終的に分散相粒子となるべき液相が球状に近い状態でマトリックスとなるべき液相中に均一に分散する。そしてその状態でレーザビームと金属基体との相対移動 (走査) によって熔融物9が凝固する際には、分散相となるべき相がマトリックスとなる相中に均一に分散したまま凝固して、Fe-Ni系等の珪化物や硼化物、Pb、さらには炭化物からなる分散相粒子がCu基マトリックス中に分散した本発明のCu基分散強化合金からなる溶着層8が金属基体1上に形成されるものである。

なお上述のようにしてレーザによる溶着により

金属基体上にこの発明のCu基分散強化合金を形成するにあたっては、レーザビーム4の金属基体1に対する相対的な移動速度 (走査速度)、すなわちビード進行速度を調整することにより、分散粒子径の大きさもコントロールできるのが特徴である。

上述した組成の溶着層の溶着条件は、レーザ出力2.8kW、レーザビーム径1.5mm、レーザ照射エネルギー密度1600W/mm²、レーザビームのオシレート巾6mm、オシレート周波数200Hz、走査速度800mm/minであり、合金粉末粒径は-80~+340メッシュであった。形成した溶着層の、Cu基耐摩耗合金層は、平均粒径45 μ mのNi-Fe系珪化物粒子 (硬さは約Hv900) が体積率約3%で、また平均粒径5 μ mのNi-Fe系硼化物粒子 (硬さは約Hv1200) が体積率約4%で、それぞれCu基合金マトリックス (硬さは約Hv220) 中に均一に分散し、さらに平均粒径4 μ m (1~10 μ m) のPbがCu基 α 相デンドライト間に均質に分散した組織となっていることが確認された。

〔実施例2〕

Cu - 15% Ni - 3% Si - 1.5% B - 8% Fe - 2% Pb なる成分組成の合金粉末を、実施例1と同様にレーザー光を熱源として用いて、Al合金(JISAC2C)基板上に溶着して、溶着層を形成した。この溶着層のEPMAによるX線反射像組織写真とPbの面分析結果を第5図および第6図に示す。

ここでの溶着条件は、実施例1と同じであり、ベース組織は同一であるが、異なっているのは平均粒径 $2\mu\text{m}$ ($1\sim 8\mu\text{m}$)のPbがCu基 α 相デントライト間に均一に分散した組織となっていることが確認された。

〔比較例〕

Pb量が本発明の場合よりも多いCu - 15% Ni - 3% Si - 1.5% B - 8% Fe - 30% Pb なる成分組成の合金粉末を、実施例1と同様にレーザー光を熱源として用いて、Al合金(JISAC2C)基板上に溶着して溶着層を形成した。この溶着層の表面研磨面組織写真を、第7図に示す。実施例1での同様な組織写真(第3図)と比べてみても、

は、平均粒径 $40\mu\text{m}$ のFe - Ni系珪化物及び平均粒径 $10\mu\text{m}$ のCr - Ni系硼化物が体積率約5%でCu基合金マトリックス中に均一に分散し、さらにCu基合金マトリックスおよびFe - Ni系珪化物及びCr - Ni系硼化物によるデントライト組織中に平均粒径 $2\mu\text{m}$ 前後の非固溶のPb粒子が分散した組織となる。

また、これらの粒子とは別に5%添加した高融点炭化物としてのTaCが均質に分散していることが第8図の組織写真に示す様に確認された。

分散相粒子の内Fe - Ni珪化物およびCr - Ni系硼化物の粒子の硬さはHv1100~1300であり、また均一に分散したTaCは約Hv1700~1900の硬さを有している。

さらに、マトリックスの硬さも、Alの添加、Cr硼化物粒子の形成、TaC粒子の添加により上昇し約Hv320あり、これらの硬質粒子を添加しない場合(約Hv220)よりもマトリックスの硬さが格段に向上していることが確認された。

Pbを30%添加することで、Ni - Fe珪化物粒子及び硼化物粒子が凝集し、硬質層が塊状になってしまうことが確認できた。

ここでの溶着条件はレーザー出力3.0KW、レーザービーム径2.0mm、レーザー照射エネルギー密度 $950\text{W}/\text{mm}^2$ 、レーザービームのオッシレート巾6mm、オッシレート周波数100Hz、走査速度 $850\text{mm}/\text{min}$ であった。

〔実施例3〕

Cu - 20% Ni - 3% Si - 1.5% B - 7% Fe - 3% Cr - 4% Al - 5% Pb - 5% TaC による成分組成の合金粉末を、実施例1と同様にレーザー光を熱源として用いて、Al合金(JISAC2C)基板上に溶着して溶着層を形成した。該溶着層の断面組織写真を第8図に示す。

ここでの溶着条件は、レーザー出力3.6KW、レーザービーム径2.5mm、レーザー照射エネルギー密度 $600\text{W}/\text{mm}^2$ 、レーザービームのオッシレート巾6mm、オッシレート周波数200Hz、走査速度 $650\text{mm}/\text{min}$ であった。得られた溶着層のCu基合金層

(摩耗試験)

前述の実施例1、2および3より得られた各Pb含有分散強化Cu基合金層について、摺動摩耗特性を調べるため、大越式摩耗試験機により摩耗試験を行なった。この試験は第9図に示す様にSKD焼入材からなるロータ10を金属基板1上のレーザー溶着層(Cu基合金層)8に押し付けつつロータ10を回転させ、摩耗痕の幅 ℓ を調べる方法である。

試験条件としては、すべり速度 $0.3\text{m}/\text{sec}$ 、すべり距離100m、最終荷重10kgとした。以上の摩耗試験の結果を、従来の耐摩耗材料として知られる、Cu - 15% Ni - 3% Si - 1.5% B合金材及びベリリウム銅材について調べた結果と併せて第10図に示す。

第10図からわかるように、本発明の実施例のCu基合金はいずれもその摩耗痕幅が従来材よりも小さく、摺動摩耗特性が極めて優れていることが明らかになった。

(凝着特性試験)

高温雰囲気での凝着特性を評価する方法として、第11図および第12図に示す方法により、前述の実施例1、2および3より得られた各Cu基合金、及び従来材のCu-15%Ni-3%Si-1.5%B合金材、ベリリウム銅それから比較材としてCu-20%Ni-3%Si-1.5%B-8%Fe合金について相手材への凝着高を調べた。

第11図に示すように、ヒータ11によって加熱した状態で相手材12に溶着層8付き金属基体1のテストピース13を往復運動的に押付けた。この試験条件としては、相手材12が21-4N鋼(SUH35)、加熱温度が300℃、押付け力Pが20kg(面圧で5kg/mm²)、往復距離Lが5mm、往復速度が500回/分、そして試験時間が30分であった。試験後に、相手材12に付着したCu基合金などの凝着高さ(第12図)を粗さ計で測定して、第13図に示す結果が得られた。

第13図から明らかな様に、本発明の実施例のCu基合金は、Pbの高温における潤滑作用發揮

により大巾に凝着特性が従来材および比較材よりも改善されていることが確認された。

(発明の効果)

上述したように本発明に係るPb(固体潤滑材)含有の分散強化Cu基合金は、優れた(高い)耐摩耗性を有しかつ高温下での優れた(小さい)凝着摩耗特性を有している。そして、金属基板上任意にCu基合金を溶着(肉盛)形成できるので、各種の機械部品(エンジンのバルブシートを含め)での耐摩耗性が必要な部位のみに溶着層を形成して特性向上を図ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る実施例1の溶着層(Cu基合金層)のEPMAによるX線反射像金属組織写真(×2000)であり、

第2図は、実施例1の溶着層のEPMAによるPb面分布の金属組織写真(×2000)であり、

第3図は、実施例1の溶着層の表面研磨面での金属組織写真(×5)であり、

第4図は、金属基板上へCu基合金をレーザ溶着する方法を示す溶着装置の概略斜視図であり、

第5図は本発明に係る実施例2の溶着層(Cu基合金層)のEPMAによるX線反射像金属組織写真(×2000)であり、

第6図は、実施例2の溶着層のEPMAによるPb面分布の金属組織写真(×2000)であり、

第7図は、比較例の溶着層の表面研磨面での金属組織写真(×5)であり、

第8図は、本発明に係る実施例3の溶着層の断面での金属組織写真(×50)であり、

第9図は、大越式摩耗試験を模式的に示す略解図であり、

第10図は、摩耗試験結果を示すグラフであり、

第11図は、凝着特性試験を模式的に示す略解図であり、

第12図は、凝着特性評価を説明する略解図であり、および

第13図は、凝着特性評価試験結果を示すグラフである。

- | | |
|---------|---------|
| 1…金属基体、 | 2…粉末、 |
| 4…レーザ光、 | 8…溶着層、 |
| 10…ロータ、 | 11…ヒータ、 |
| 12…相手材。 | |

特許出願人

トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

弁理士 青 木 朗

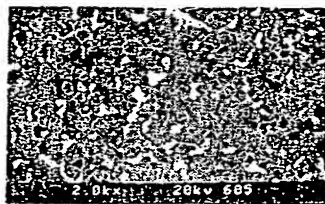
弁理士 西 舘 和 之

弁理士 石 田 敬

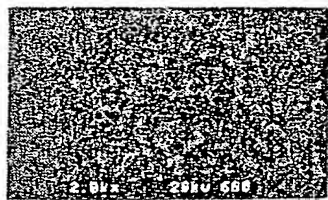
弁理士 山 口 昭 之

弁理士 西 山 雅 也

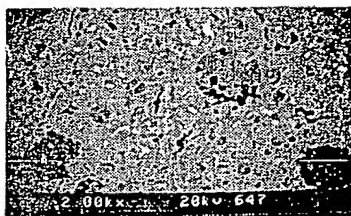
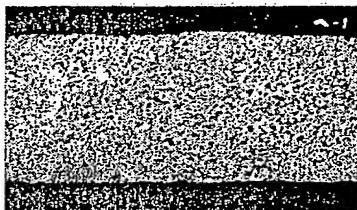
第 1 図
($\times 2000$)



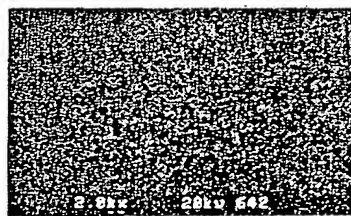
第 2 図
($\times 2000$)



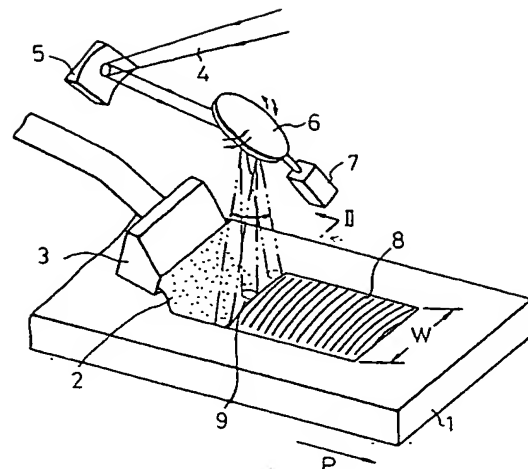
第 3 図
($\times 5$)



第 5 図 ($\times 2000$)

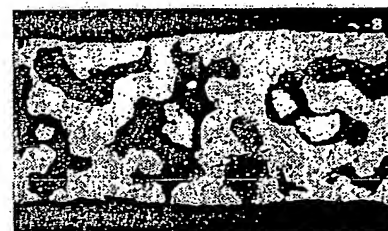


第 6 図 ($\times 2000$)

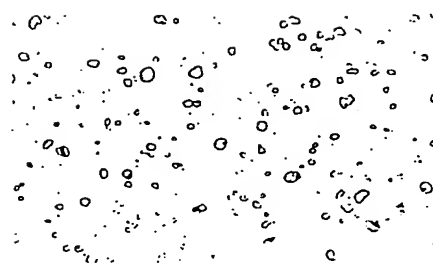


第 4 図

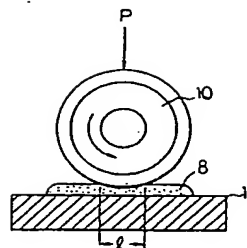
- 1...金属基体
- 2...粉末
- 4...レーザー光
- 8...溶着層



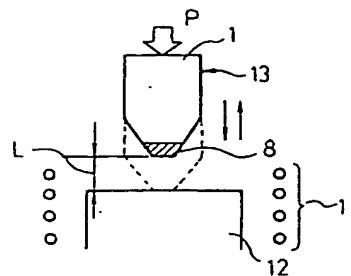
第 7 図 ($\times 5$)



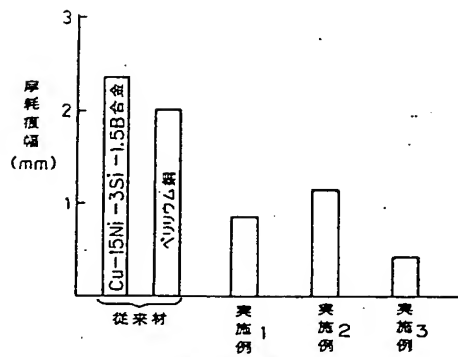
第 8 図



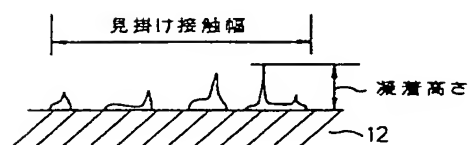
第 9 図



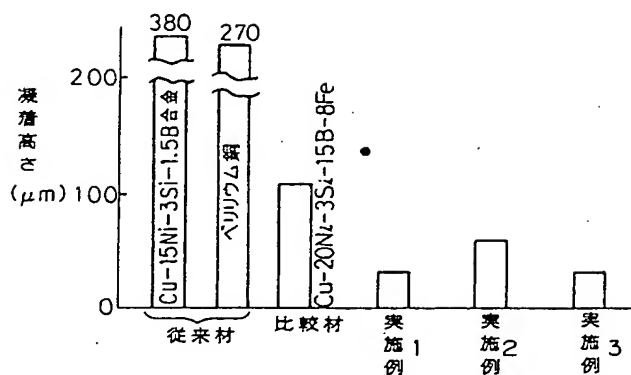
第 11 図



磨耗試験結果
第 10 図



凝着特性評価法
第 12 図



凝着性評価試験結果
第 13 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.